



(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

(12) **Offenlegungsschrift**
(10) **DE 41 25 313 A 1**

(51) Int. Cl. 5:
A 61 C 19/00
A 61 G 15/02
G 01 L 1/00
H 04 Q 9/00
G 08 C 19/00

(21) Aktenzeichen: P 41 25 313.2
(22) Anmeldetag: 31. 7. 91
(43) Offenlegungstag: 4. 2. 93

DE 41 25 313 A 1

(71) Anmelder:

Ritter GmbH Dentaleinrichtungen, 7500 Karlsruhe,
DE

(74) Vertreter:

Lichti, H., Dipl.-Ing.; Lempert, J., Dipl.-Phys.
Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 7500 Karlsruhe

(72) Erfinder:

Rosenfeldt, Wolfgang, 4748 Bad Bergzabern, DE

(54) Verfahren zur Steuerung einer zahnärztlichen Behandlungseinrichtung und eine zahnärztliche Behandlungseinrichtung

(57) Es wird ein Verfahren zum Steuern einer zahnärztlichen Behandlungseinrichtung; wobei Steuersignale von einem Fußkontakt an eine zentrale Steuereinheit übertragen werden, sowie eine zahnärztliche Behandlungseinrichtung vorgeschlagen. Um die Störanfälligkeit zu verringern und eine besonders einfache Bedienung zu ermöglichen, ist vorgesehen, daß eine Druckbelastung einer Oberfläche des Fußkontakts in primäre elektrische Signale umgewandelt wird, und daß die primären Signale in Steuersignale für die zentrale Steuereinheit umgesetzt werden.

DE 41 25 313 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern einer zahnärztlichen Behandlungseinrichtung, wie einen Patientenstuhl und mehrere Dentalgeräte, wobei Steuersignale von einem Fußkontakt an eine zentrale Steuereinheit übertragen werden. Desweiteren betrifft die Erfindung eine zahnärztliche Behandlungseinrichtung mit einer zentralen Steuereinheit und einem Fußkontakt zur Steuerung.

Aus der WO 89/05 613 ist eine derartige zahnärztliche Behandlungseinrichtung mit einer Vielzahl von Dentalgeräten bekannt. Es ist ein Fußkontakt mit einem beweglichen Steuerglied zur Aktivierung und Steuerung eines gewählten Instrumentes und zur Steuerung der Zusatzfunktionen in Verbindung mit dem Betrieb desselben mit Hilfe eines Mikroprozessors vorgesehen. Als nachteilig ist hierbei anzusehen, daß die Verwendung eines beweglichen Steuergliedes eine sehr feinfühlige Bedienung erfordert, und daß bewegliche Teile generell störanfällig sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Einrichtung der oben genannten Art zu schaffen, so daß eine einfachere Bedienung, eine größere Funktionsvielfalt und eine geringere Störanfälligkeit ermöglicht wird.

Die Aufgabe wird für ein Verfahren dadurch gelöst, daß eine Druckbelastung einer Oberfläche des Fußkontakts in primäre elektrische Signale umgewandelt wird, und daß die primären Signale in Steuersignale für die zentrale Steuereinheit umgesetzt werden. Für eine zahnärztliche Behandlungseinrichtung ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß der Fußkontakt wenigstens einen Drucksensor zur Detektion einer Druckbelastung einer Oberfläche des Fußkontaktes und eine Signalauswerteelektronik aufweist.

Hierdurch wird die Störanfälligkeit drastisch reduziert, da ein bewegliches Schaltglied nicht mehr notwendig ist. Eine drucksensitive Fläche ist wesentlich einfacher mit dem Fuß zu bedienen als ein bewegliches Schaltteil. In einfacher Weise lassen sich damit eine Vielzahl von Funktionen steuern, wobei die Flächen alle in einer Ebene angeordnet sein können, was mit den herkömmlichen Schaltgliedern nicht ohne weiteres möglich ist. Die erfindungsgemäße Lösung gestattet eine extrem niedrige Bauhöhe des Fußkontakts. Weiterhin besteht die Möglichkeit, den Fußkontakt mit einer geschlossenen Oberfläche zu versehen. Dies ist unter hygienischen Gesichtspunkten vorteilhaft.

Um mehrere Funktionen einzeln steuern zu können, werden Druckbelastungen in verschiedenen Bereichen der Oberfläche getrennt ausgewertet.

Es ist vorgesehen, daß Druckbelastungen über — Drucksensoren für einfache Schaltfunktionen, — Potentiometersensoren zur analogen Regelung, — XYZ-Sensorpads zur frei programmierbaren Schaltung und Regelung an beliebigen Plätzen oder eine Kombination dieser Möglichkeiten in primäre Signale umgesetzt werden. So wird eine individuelle Auslegung des Fußkontakts je nach Verwendung ermöglicht. Insbesondere durch Sensorpads, mit denen die Stärke und der Ort einer Druckbelastung in einem zweidimensionalen Bereich bestimmt werden können, wird eine universelle Verwendbarkeit des Fußkontakts möglich. Dies wird weiter dadurch unterstützt, daß durch Programmierung Funktionsfelder für Druckbelastungen durch einen Fuß oder Teile desselben beliebig definiert werden.

Wenn die Stärke der Druckbelastung ausgewertet wird, kann damit eine stufenlose Funktion, beispielsweise die Geschwindigkeit eines Bohrers oder dergleichen, direkt gesteuert werden.

Es ist vorgesehen, daß erst oberhalb eines Schwellwertes ein Steuersignal erzeugt wird. Dies schließt eine ungewollte Betätigung aus.

In einer bevorzugten Ausführung ist vorgesehen, daß Steuersignale in funktioneller Abhängigkeit von der Druckbelastung erzeugt werden. Durch eine entsprechende Auswahl der funktionellen Abhängigkeit lassen sich damit beispielsweise Tipp-Schalter simulieren, die jeweils bei erneuter Druckbelastung ihren Schaltzustand ändern, oder auch eine exponentielle Abhängigkeit von der Druckbelastung realisieren.

In einer Ausführung werden die Differenz, das Verhältnis oder deren Änderungen von einer Druckbelastung in einem Bereich des Fußkontakts zu einer Druckbelastung in einem anderen Bereich ausgewertet. Dies ist für stufenlose Steuerungen besonders günstig.

So zeichnet sich eine bevorzugte Ausführung dadurch aus, daß im Bereich der Zehen oder des Fußballens und im Bereich der Ferse eines aufliegenden Fußes Druckbelastungen gemessen werden. Durch eine Auswertung der Differenz oder des Verhältnisses der Druckbelastungen in den beiden Bereichen wird eine Art Schaltwippe simuliert, so daß ein Be- und Entlasten der Zehen, also eine Gewichtsverlagerung nach vorn oder nach hinten bzw. eine Be- und Entlastung der Ferse registriert wird. Diese Art der Belastung kann ein Mensch sehr leicht und feinfühlig verändern, so daß die beschriebene Ausbildung insbesondere für empfindliche Steuerungsaufgaben geeignet ist. Da nur eine Auswertung der Differenz oder des Verhältnisses der beiden Druckbelastungen erfolgt, sind die Steuersignale unabhängig vom Absolutgewicht der Bedienperson und es ist eine Bedienung aus dem Sitzen wie aus dem Stehen möglich.

Darüber hinausgehend kann alternativ oder zusätzlich vorgesehen sein, daß Druckbelastungen in der rechten und linken Längshälfte eines aufliegenden Fußes verglichen werden. Hierbei wird bei einer der vorangehenden Ausführung entsprechenden Auswertung ein Verdrehen des Fußes um seine Längsachse registriert und zur Steuerung verwendet.

Eine universelle Einsetzbarkeit ergibt sich auch dadurch, daß die Auswertefunktionen und/oder Schwellwerte eingegeben werden. So ist beispielsweise vorgesehen, daß das Gewicht der Bedienperson eingebbar ist und automatisch eine Anpassung der Schwellwerte erfolgt, oder daß einzelnen Sensoren verschiedene Funktionen in Abhängigkeit von entnommenen Instrumenten zugeordnet werden (verschiedene Funktionsebenen).

Eine Ausführung zeichnet sich dadurch aus, daß die primären Signale im Fußkontakt in Steuersignale umgesetzt werden. Diese werden dann an die zentrale Steuereinheit weitergeleitet. Diese Ausbildung ist insbesondere zum Austausch von herkömmlichen Fußkontakten geeignet, da eine entsprechende Nachbildung der Schalt-

funktionen hier in der Auswertelektronik des neuen Fußkontakts erfolgt.

Bevorzugt ist vorgesehen, daß die primären Signale in sekundäre Signale durch Verstärken, Digitalisieren, Normieren und/oder Anwendung von Auswertefunktionen gewandelt werden. Dabei werden im Fußkontakt nur die für eine störungsfreie Weiterleitung der Signale notwendigen Wandlungen vorgenommen. Die gewandelten sekundären Signale werden dann vom Fußkontakt zur Zentraleinheit weitergeleitet. Dies ermöglicht ein geringes Bauvolumen des Fußkontakts.

Die Zuordnung der Drucksensoren zu einzelnen Funktionen erfolgt dann dadurch, daß die sekundären Signale an einen Controller zur Umsetzung in Steuersignale übertragen werden. Bevorzugt ist diese Zuordnung programmierbar, so daß der Fußkontakt universell für die verschiedensten Geräte und Behandlungseinrichtungen einsetzbar ist.

Eine Ausführung zeichnet sich dadurch aus, daß die primären oder sekundären Signale kabellos an die Steuereinheit bzw. den Controller übertragen werden. Bevorzugt ist dann auch vorgesehen, daß der Fußkontakt kabellos mit Energie versorgt wird. Hierdurch wird erreicht, daß keine Kabel am Boden vorhanden sind, die sonst eine erhebliche Stolpergefahr darstellen würden.

Vorzugsweise weist der Fußkontakt einen Potentiometersensor auf. Durch eine Druckbelastung des Sensors an einer bestimmten Stelle wird eine entsprechende Spannung detektiert, so daß damit sehr leicht stufenlose Steuerungen zu realisieren sind.

Indem der Fußkontakt eine Auflagefläche für den ganzen Fuß bildet und im Bereich der Zehen bzw. des Fußballens und im Bereich der Ferse Drucksensoren vorgesehen sind, kann in einfacher Weise eine Schaltwippe simuliert werden.

Eine bevorzugte Ausführung ergibt sich dadurch, daß Erhebungen oder Vertiefungen auf dem Fußkontakt als Orientierungshilfe für einen Fuß zur Betätigung ohne Blickkontakt vorgesehen sind.

Um eine genaue Positionierung und sichere Bedienung sicherzustellen, ist auch vorgesehen, daß der Fußkontakt Anschläge, Oberflächenstrukturen und/oder -formen zur Orientierung des Fußes aufweist.

Eine Ausführung zeichnet sich dadurch aus, daß die Anschläge, Strukturen und Formen so ausgebildet sind, daß ein seitliches Verschieben der Fußspitze bei festgelegter Fersenpartie möglich ist. Dies ist insbesondere vorteilhaft bei einem Zusammenwirken mit dem Potentiometersensor, der dann von der Fußspitze bedient wird.

Um eine universelle Einsetzbarkeit des Fußkontaktes für verschiedene Behandlungseinrichtungen und eine optimale Anpassung an die jeweilige Bedienperson zu ermöglichen, sind die Anschläge als aufsetzbare Masken ausgebildet. Dies ist insbesondere in Verbindung mit Sensorfeldern, denen individuell beliebige Funktionen in bestimmten Flächenbereichen zugeordnet werden können, interessant, um eine daran angepaßte Bedienung zu ermöglichen.

Eine Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, daß der Fußkontakt auf seiner Unterseite Rollen aufweist. Hierdurch ist es für die Bedienperson ein leichtes, den Fußkontakt an jede für sie günstige Position zu bewegen.

Wenn darüber hinaus die Rollen gegen Federkraft versenkbar sind, wird bei Belastung des Fußkontakts ein Wegrollen verhindert und ein sicheres Bedienen gewährleistet.

In einer Ausführungsvariante ist vorgesehen, daß der Fußkontakt selbstfahrend ist. So kann der Fußkontakt beispielsweise zu Beginn einer Behandlung eine vorbestimmte, von der Bedienperson günstig zu erreichende Position einnehmen. In Verbindung mit einer Fahrsteuerung und einem IR-Sensor oder einer sonstigen Erkennungseinrichtung zu seiner Positionierung im Bereich einer Bedienperson kann der Fußkontakt selbstständig eine für die Bedienperson günstig zu erreichende Position einnehmen. Zur Erkennung kann beispielsweise ein in der Schuhsohle der Bedienperson detektierbares Material vorgesehen sein.

Eine alternative Möglichkeit ist dadurch gegeben, daß der Fußkontakt im Boden integriert ist. Dabei kann durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung eine völlig plane Bodenoberfläche realisiert werden, die entsprechend leicht zu reinigen ist, und Stolpergefahren völlig ausschließt.

In einer weiteren Ausführung ist vorgesehen, daß der Fußkontakt als Überschuh ausgebildet ist. Diese Ausführung ist insbesondere in Verbindung mit einer kabellosen Übertragung der Signale und einer kabellosen Energieversorgung vorteilhaft, da die Bedienperson dann völlige Bewegungsfreiheit hat und trotzdem ständig eine Steuerung der Behandlungseinrichtung möglich ist.

Wenn in den Fußkontakt wiederaufladbare Batterien zur Energieversorgung integriert sind, ist lediglich zeitweise, z. B. nachts, Energiezufuhr zum Wiederaufladen notwendig. Dies kann beispielsweise durch ein Parken des Fußkontakts in einer Ausnehmung mit entsprechenden Kontakten erfolgen. Somit entfällt eine Kabelverbindung zwischen Behandlungseinrichtung und Fußkontakt zur Energieversorgung.

Alternativ oder auch in Verbindung mit der vorgenannten Ausbildung kann vorgesehen sein, daß Induktionsleitungen im Boden zur Energieversorgung des Fußkontaktes vorgesehen sind. Hierdurch ergeben sich die gleichen Vorteile.

Die Signale der Signalauswertelektronik werden per Kabel, Funk, Infrarot-, Ultraschallwellen oder über Induktionsschleifen an die zentrale Steuereinheit übertragen. Hervorzuheben ist, daß eine kabellose Signalübertragung insbesondere in Verbindung mit einer kabellosen Energieversorgung vorteilhaft ist, da dann keine Kabelverbindungen zwischen Behandlungseinrichtung und Fußkontakt notwendig sind.

Es ist vorgesehen, daß der Steuereinheit ein Controller zur Umwandlung der Signale des Fußkontaktes in Steuersignale zugeordnet ist. Insbesondere ist dabei vorgesehen, daß der Controller zur Funktionszuweisung und Auswertung der Sensorsignale des Fußkontaktes programmierbar ist. Diese Ausgestaltung gestattet eine universelle Einsetzbarkeit des Fußkontaktes zur Steuerung jeder beliebigen Gerätekombination. Insbesondere wird eine Anpassung an neue Instrumente stark vereinfacht, da durch entsprechendes Umprogrammieren leicht dafür erforderliche Steuerfunktionen nachgebildet werden können.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnung eines Ausführungsbeispiels näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine Prinzipskizze; und

Fig. 2 eine Draufsicht auf ein Ausführungsbeispiel eines Fußkontaktes.

Fig. 1 zeigt einen Fußkontakt 1 (gestrichelt dargestellt) mit einem Drucksensor 2 und einer Auswerteelektronik 3. Der Fußkontakt 1 ist an eine Zentraleinheit 4 angeschlossen, die beispielsweise im Fuß eines Patientenstuhles oder in einem Instrumententräger angeordnet sein kann. Die Zentraleinheit weist einen Controller 5 und eine zentrale Steuereinheit 6 auf.

Der Fußkontakt 1 detektiert Druckbelastungen durch den Drucksensor 2. Dieser ist beispielsweise mit einem Piezokristall oder einer leitfähigen Paste versehen, wobei er seine elektrischen Eigenschaften unter Druckbelastung ändert. Hierdurch werden primäre elektrische Signale 7 bereitgestellt, die an die Auswerteelektronik 3 übertragen werden. Die primären Signale 7 werden in der Auswerteelektronik 3 durch Verstärkung und Digitalisierung in sekundäre Signale 8 umgesetzt.

Die sekundären Signale 8 werden vom Fußkontakt 1 an die Zentraleinheit 4 übertragen und dort an den Controller 5 geleitet. Die Übertragung kann dabei über Kabel oder auch mit Hilfe von Sendern und Empfängern über Funk, Infrarot oder Ultraschall erfolgen.

Im Controller 5 wird in Abhängigkeit von der Druckbelastung des Drucksensors 2 ein Steuersignal 9 gebildet. Dies kann nach verschiedenen Kriterien, wie Stärke der Druckbelastung, Dauer der Belastung und einer beliebigen funktionellen Abhängigkeit, erfolgen. Hierzu ist der Controller 5 entsprechend programmierbar. In Fig. 1 ist nur ein Drucksensor 2 dargestellt. Selbstverständlich können die Auswerteelektronik 3 und der Controller 5 auch die Signale von einer Vielzahl von Drucksensoren 2 über sekundäre Signale a in Steuersignale 9 umsetzen. Darüber hinaus können Belastungen und deren Positionen (XYZ-Sensorpads) gespeichert werden und Schalt-/Regelfunktionen beliebig zugeordnet und programmiert werden. Beispielhaft wird dies anhand der folgenden Tabelle verdeutlicht:

Bauelement	Richtung	Betätigung/Stellung
Drucksensor	Z-Achse	Druck (z. B. speichern)
Potentiometersensor	X-Achse	Position
	Z-Achse	Druck (z. B. regeln, speichern)
Sensorpad	X-Y-Achse	Position
	Z-Achse	Druck (z. B. regeln, schalten, speichern)

Der Controller 9 kann eine beliebige Schnittstelle aufweisen, so daß die Steuersignale auch von anderen Einrichtungen benutzt werden können.

Die zentrale Steuereinheit 6 übernimmt vom Controller 5 die Steuersignale 9 und steuert entsprechend die verschiedenen Dentalgeräte, wie Behandlungsinstrumente, Absauger oder auch den Patientenstuhl.

Die Energieversorgung des Fußkontaktes 1 erfolgt in an sich bekannter Weise über Kabel oder mit Hilfe eines Akkus. Alternativ kann jedoch auch eine Energieübertragung mit Hilfe von Induktionsschleifen vorgesehen sein. In Fig. 1 ist die Energieversorgung nicht dargestellt.

Fig. 2 zeigt einen Fußkontakt 10 in der Draufsicht. Dieser weist ein Gehäuse 11 auf. In der Oberseite des Gehäuses 11 sind drei Sensorgruppen 12, 13 und 14 integriert.

Die Sensorgruppe 12 wird durch zwei Potentiometersensoren 15 gebildet. Ein Sensor 15 ist aus einem Widerstandsstreifen mit kammartigen Zähnen aufgebaut. Zwischen diesen Zähnen greifen Zähne eines Abgriffkontaktes ein. Bei Druckbelastung werden über eine leitfähige Deckschicht einige wenige nebeneinanderliegende Zähne kurzgeschlossen. Bei einer an der Widerstandsbahn anliegenden Spannung wird dann über den Abgriff eine zum Ort der Druckbelastung korrespondierende Spannung abgenommen.

Die Sensorgruppe 13 wird durch zwei Drucksensoren 16 und 17 gebildet. Diese können beispielsweise als Druckschalter mit den Zuständen Ein und Aus oder aber auch als Drucksensoren zur Detektion der Stärke von Druckbelastungen ausgebildet sein.

Die Sensorgruppe 14 ist aus vier vergleichbaren Sensoren 18 bis 21 aufgebaut.

Die Spitze des Fußes 23 kann auf einem der Potentiometersensoren 15 gemäß Pfeil 26 nach beiden Seiten zur stufenlosen Steuerung in Abhängigkeit von der Lage des Fußes 23 bewegt werden. Dadurch wird eine Bedienung des Fußkontaktes 10 von zwei gegenüberliegenden Seiten ermöglicht.

Zur besseren Trennung der Sensorgruppen 12, 13 und 14 ist die Sensorgruppe 13 etwas erhöht gegenüber den anderen angeordnet. Um einem aufliegenden Fuß 27 darüber hinaus einen sicheren Halt zu geben, weist die Sensorgruppe 13 einen erhöhten seitlichen Rand 28 auf. Im Ausführungsbeispiel wird der Sensor 16 durch die Spitze des Fußes 27 und der Sensor 17 durch den Fersenbereich des Fußes 27 betätigt. Die Sensoren 16 und 17 sind als Druckschalter ausgebildet, die jeweils eine getrennte Funktion der Behandlungseinrichtung steuern. Alternativ können diese aber auch als Drucksensoren, die die Stärke der Druckbelastung detektieren, ausgebildet sein und zusammen eine Funktion steuern. Es wird dann die Differenz oder das Verhältnis der Druckbelastung beider Sensoren 16 und 17 gebildet und zur Steuerung beispielsweise eines Schrittmotors oder einer stufenlos einstellbaren Größe verwendet.

Bei der Sensorgruppe 14 wirken jeweils die Sensoren 18 und 20 sowie die Sensoren 19 und 21 paarweise zusammen, wobei die Differenz der Druckbelastung bei zwei zusammengehörenden Sensoren ausgewertet wird. Die Sensoren 18 bis 21 sind so angeordnet, daß sie von einer Spitze eines gestrichelt dargestellten Fußes 29 allesamt überdeckt werden können. Mit dieser Anordnung ist es nun möglich, gleichzeitig zwei Funktionen zu

steuern. Ein Verdrehen des Fußes um die Längsachse bewirkt ein Ansprechen des Sensorenpaares 19, 21 und eine Be- bzw. Entlastung der Zehen bewirkt ein Ansprechen des Sensorenpaares 18, 20. Da jeweils nur die Differenz der zusammengehörenden Sensoren 18, 20 und 19, 21 ausgewertet wird, können zwei Funktionen unabhängig voneinander gesteuert werden.

Frei definierbare Funktionsbereiche können durch XYZ-Sensorpads (Sensorfelder) realisiert werden, Druck in Z-Richtung für einfache Schaltfunktionen und Betätigung in XY-Richtung zur Positionsauswertung (z. B. für Regelfunktion).

Der Fußkontakt 10 kann auch je nach Größe und Auslegung von mehreren Personen gleichzeitig oder wahlweise, wie einem Zahnarzt und seiner Helferin, bedient werden. In diesem Fall ist eine Anordnung des Fußkontakts 10 unter dem Patientenstuhl sinnvoll, um für jeden günstig erreichbar zu sein.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern einer zahnärztlichen Behandlungseinrichtung, wie einen Patientenstuhl und mehrere Dentalgeräte, wobei Steuersignale von einem Fußkontakt an eine zentrale Steuereinheit übertragen werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Druckbelastung einer Oberfläche des Fußkontakts in primäre elektrische Signale umgewandelt wird, und daß die primären Signale in Steuersignale für die zentrale Steuereinheit umgesetzt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Druckbelastungen über — Drucksensoren für einfache Schaltfunktionen, — Potentiometersensoren zur analogen Regelung, — XYZ-Sensorpads zur frei programmierbaren Schaltung und Regelung an beliebigen Plätzen oder eine Kombination dieser Möglichkeiten in primäre Signale umgesetzt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Stärke der Druckbelastung ausgewertet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß erst oberhalb eines Schwellwertes ein Steuersignal erzeugt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß Steuersignale in funktioneller Abhängigkeit von der Druckbelastung erzeugt werden.
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß durch Programmierung Funktionsfelder für Druckbelastungen durch einen Fuß oder Teile desselben beliebig definiert werden.
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswertefunktionen und/oder Schwellwerte eingegeben werden.
8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die primären Signale im Fußkontakt in Steuersignale umgesetzt werden.
9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die primären Signale in sekundäre Signale durch Verstärken, Digitalisieren, Normieren und/oder Anwendung von Auswertefunktionen gewandelt werden.
10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die sekundären Signale an einen Controller zur Umsetzung in Steuersignale übertragen werden.
11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die primären oder sekundären Signale kabellos an die Steuereinheit bzw. den Controller übertragen werden.
12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Fußkontakt kabellos mit Energie versorgt wird.
13. Zahnärztliche Behandlungseinrichtung, wie ein Patientenstuhl und mehrere Dentalgeräte, mit einer zentralen Steuereinheit und einem Fußkontakt zur Steuerung, insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Fußkontakt (1; 10) wenigstens einen Drucksensor (2; 15–21) zur Detektion einer Druckbelastung einer Oberfläche des Fußkontaktes (1; 10) und eine Signalauswerteelektronik (3) aufweist.
14. Einrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Fußkontakt (1; 10) wenigstens ein Sensorfeld (Sensorpad) aufweist.
15. Einrichtung nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Fußkontakt (10) einen Potentiometersensor (15) aufweist.
16. Einrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß Erhebungen oder Vertiefungen auf dem Fußkontakt als Orientierungshilfe für einen Fuß zur Betätigung ohne Blickkontakt vorgesehen sind.
17. Einrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß in den Fußkontakt (10) wiederaufladbare Batterien zur Energieversorgung integriert sind.
18. Einrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Signale (8) der Signalauswerteelektronik (3) per Kabel, Funk, IR oder Ultraschallwellen an die zentrale Steuereinheit (6) übertragbar sind.
19. Einrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuereinheit (6) ein Controller (5) zur Umwandlung der Signale des Fußkontaktes (1) in Steuersignale (9) zugeordnet ist.
20. Einrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Controller (5) zur Funktionszuweisung und Auswertung der Signale (7, 8) des Fußkontakts (1) programmierbar ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

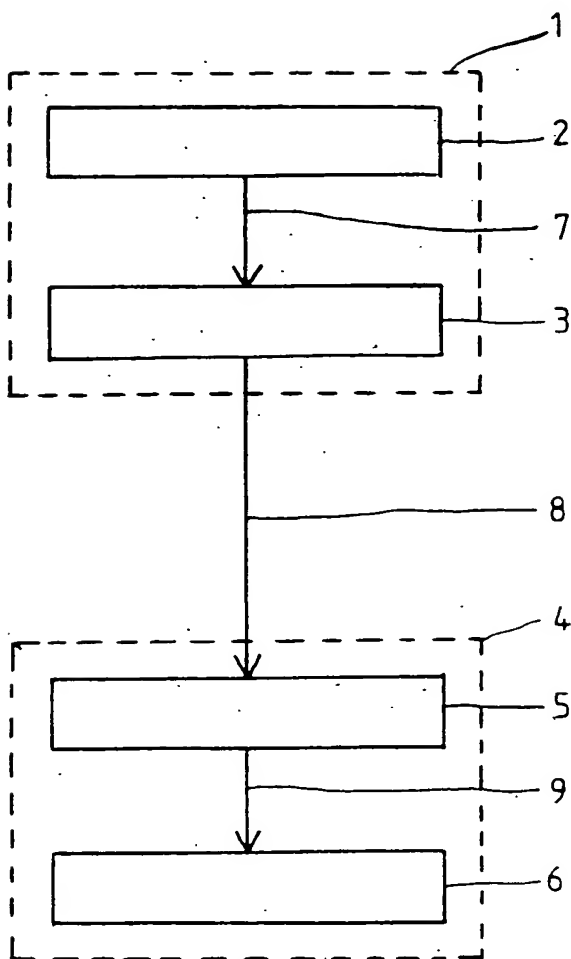


Fig. 1

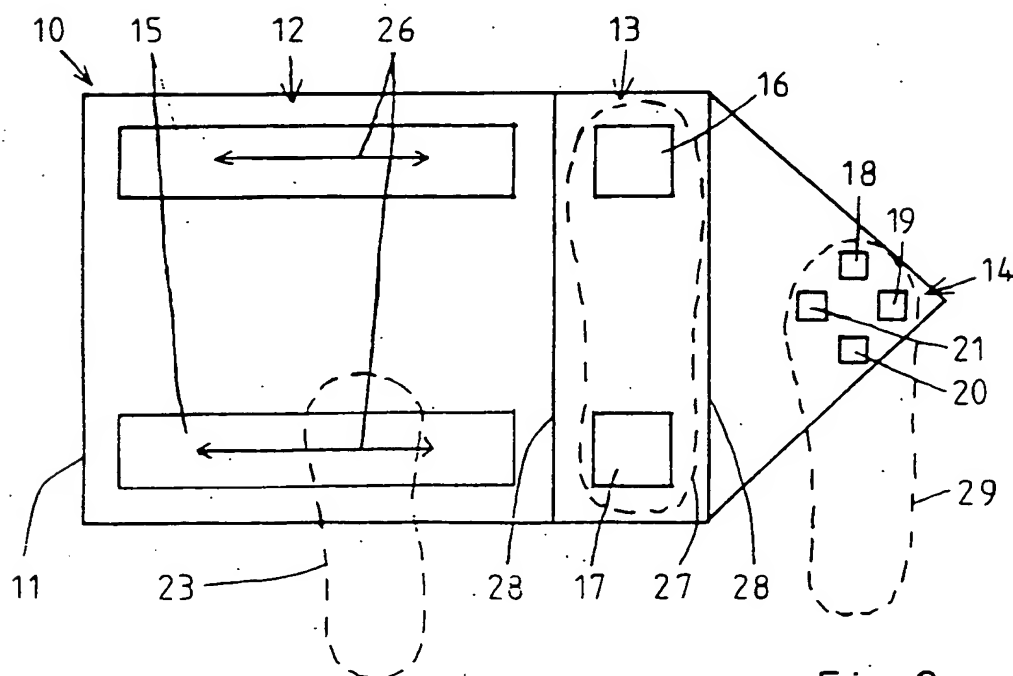


Fig. 2

(4)



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Übersetzung der
europäischen Patentschrift

97 EP 0 789 929 B 1

10 DE 695 27 537 T 2

51 Int. Cl. 7:
H 01 H 3/14

21 Deutsches Aktenzeichen: 695 27 537.2
86 PCT-Aktenzeichen: PCT/US95/13593
86 Europäisches Aktenzeichen: 95 937 578.3
87 PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 96/13845
86 PCT-Anmeldetag: 27. 10. 1995
87 Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: 9. 5. 1996
97 Erstveröffentlichung durch das EPA: 20. 8. 1997
97 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: 24. 7. 2002
47 Veröffentlichungstag im Patentblatt: 6. 3. 2003

30 Unionspriorität:
330925 28. 10. 1994 US
73 Patentinhaber:
Chiron Vision Corp., Claremont, Calif., US
74 Vertreter:
derzeit kein Vertreter bestellt
84 Benannte Vertragsstaaten:
CH, DE, FR, GB, IT, LI, NL

72 Erfinder:
SEPIELLI, Perry, Richboro, US

54 ELEKTRONISCHER FUSSSCHALTER FÜR OPHTHALMOLOGISCHE CHIRURGIE

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 695 27 537 T 2

DE 695 27 537 T 2

GEBIET DER ERFINDUNG

Die vorliegende Erfindung betrifft das Gebiet der ophthalmologischen Chirurgie und insbesondere einen vom Benutzer programmierbaren Fußschalter zum entfernten Steuern von chirurgischen Instrumenten, die bei der ophthalmologischen Chirurgie verwendet werden.

5 BESCHREIBUNG DES STANDES DER TECHNIK

Die mikrochirurgischen Systeme des Standes der Technik haben traditionell modulare mikrochirurgische Komponenten beinhaltet, die in ein Chassis hinein integriert sind. Diese Module können ein Einsaugungs/Ansaugungs-(I/A)-Modul, ein Phako-Emulgierungsmodul, ein mikrochirurgisches Schneidemodul, ein bipolares Koagulierungsmodul und ein entferntes Beleuchtungsmodul umfassen. In diesen Einrichtungen des Standes der Technik wird der Betrieb der jeweiligen Module durch einen oder mehrere Fußschalter gesteuert, die mit der Konsole des modularen Systems über ein Vakuum-/elektrisches Kabel verbunden sind. Ein Vakuum, welches von dem System entwickelt wird, wird durch den Fußschalter moduliert, um eine Ansaugung an der Spitze des Betriebsinstrumentes von Null auf den Betrag, der auf dem I/A-Modul voreingestellt worden ist, zu erhöhen oder erniedrigen.

15 In einer Ausführungsform des Standes der Technik, die als der „Dualtrigger“-Fußschalter („dual trigger“) bekannt ist, ist der Fußschalter umschaltbar zwischen einem Fragmentierungsmodus, der zum Steuern mit dem Phako-Emulgierungsmodul und einem Handgerät verwendet wird, und einem Schneidemodus, der zum Steuern eines Betriebs eines mikrochirurgischen Schneideinstruments verwendet wird. Wenn der Wähler auf eine Fragmentierung eingestellt ist und der Infusionsmodus des Infusions/Ansaugungs-Moduls auf automatisch eingestellt ist, wird ein Niederdrücken des Fußpedals an eine erste Position, was durch einen hörbaren Klick signalisiert wird, eine Infusion an das Handgerät aktivieren. Ein Niederdrücken des Pedals an eine zweite Position, was durch einen zweiten Klick signalisiert wird, wird sowohl eine Infusion als auch eine Ausatmung aktivieren. Ein Niederdrücken des Fußschalters an eine dritte Position wird eine Infusion, Ansaugung und eine Phako-Emulgierung aktivieren.

25 Wenn der Wähler auf dem Dual-Trigger-Fußschalter zum Schneiden eingestellt ist und der Infusionsmodus auf automatisch eingestellt ist, wird die erste Position eine Infusion aktivieren, die zweite Position wird eine Ansaugung aktivieren und ein Drücken eines Druckstabs auf der rechten Seite des Fußpedals wird die Mikroscheren, ein Dreh- oder Guillotinen-Schneideinstrument, welches an dem Handgerät angebracht ist, aktivieren.

30 In diesem Fußschalter des Standes der Technik findet eine Steuerung einer Infusions/Ansaugungs-Saugwirkung über eine pneumatische Röhrenverbindung statt, während ein elektrischer Schalter, der von dem Seitenstab gesteuert wird, der an dem Fußpedal angebracht ist, den Betrieb der Mikroscheren, eines Dreh- oder Guillotinen-Schneiders, des Phako-Emulgierungsmoduls und des bipolaren Moduls steuert.

Das US-Patent Nr. 5091656 von Gahn, das die Grundlage für den Oberbegriff des Anspruchs 1 bildet, mit dem Titel „Footswitch Assembly with Electrically Engaged Detentes“ offenbart eine Fußschaltervorrichtung für eine entfernte Steuerung eines chirurgischen Instruments und insbesondere eines ophthalmologischen mikrochirurgischen Systems. Dieser Fußschalter stellt auch eine Vielzahl von

Widerstandskräften bereit, die abgestuft sind, um einen zunehmenden Widerstand an vorgegebenen Punkten entlang der Drehbewegung des Fußpedals bereit zu stellen. Somit stellt das Fußpedal eine andere Berührungsrückkopplung für jeden der verschiedenen Betriebsbereiche bereit. Dieser Fußschalter stellt eine Ein- / Aus-Steuerung für eine Irigierung (Infusion) und eine lineare Fußpedalsteuerung für eine Ansaugung
5 bereit. Dieser Fußschalter, zusammen mit seinem zugehörigen Steuersystem, stellt auch sowohl eine feste als auch eine lineare Steuerung des Phako-Emulgierungsmoduls bereit. Diese anderen fußbetriebenen Betriebsvorgänge, die von diesem Fußschalter verfügbar sind, sind eine Ein- / Aus-Steuerung.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Der Fußschalter der vorliegenden Erfindung ist insbesondere zur Verwendung mit einer einzelnen
10 intelligenten Steuerkonsole ausgelegt, die elektrische Signale von dem Fußschalter empfängt, um die verschiedenen Funktionen des mikrochirurgischen Betriebssystems zu steuern, wie von dem Chirurgen auf einer Berührungsschirmanzeige gewählt. Diese Berührungsschirmanzeige stellt Icons bereit, die die verschiedenen Funktionen darstellen, d. h. eine Koagulierung, eine Phako-Emulgierung, eine Infusion/Ansaugung, ein Schneiden und eine Beleuchtung. Durch Berühren eines Icons wandelt der Chirurg
15 automatisch den Fußschalter der vorliegenden Erfindung in eine Betriebssteuerung für dieses spezifische Instrument um, wobei der relative Betrieb des Fußschalters von Funktion zu Funktion anders ist. Eine feste lineare oder eine Pulsmodus-Steuerung der verschiedenen Instrumente kann von dem Chirurgen gewählt werden, und vorgegebene Präferenzwerte können von dem Chirurgen eingegeben werden, die durch den Chirurgen während der Chirurgie über den Fußschalter aktiviert werden können.

Der Fußschalter umfasst einen festen Rahmen und ein Fußpedal, das auf einer Welle für eine
20 schwenkbare Drehung innerhalb des Rahmens angebracht ist. Ein oder mehrere Federelemente sind um die Welle herum angebracht und mit dem Fußpedal und dem Rahmen verbunden, um das Fußpedal an eine erste vorgegebene Position vorzuspannen. Eine Einrichtung ist vorgesehen, um die Federvorspannung auf dem Fußpedal einzustellen, um den Chirurgen in die Lage zu versetzen, einen gewünschten
25 Rückkopplungswiderstand zu wählen. Ein elektronischer Kodierer ist zum Erzeugen eines elektrischen Signals vorgesehen, das die Winkeldrehung der Welle um die Position des Fußpedals darstellt. Eine Steuereinrichtung, die auf die elektronischer Kodiereinrichtung anspricht, ist vorgesehen, um Betriebssignale für eine Vielzahl von mikrochirurgischen Einrichtungen zu erzeugen und die Betriebscharakteristiken von jeder der Einrichtungen in Übereinstimmung mit einem oder mehreren
30 voreingestellten Mustern, wie von dem Chirurgen bestimmt, zu verändern.

Der Fußschalter umfasst auch eine wählbare Feststelleinrichtung, die in einen Eingriff mit dem Fußpedal geschaltet werden kann, um einem Chirurgen eine Berührungsrückkopplung über verschiedene Betriebsbereiche der verschiedenen mikrochirurgischen Einrichtungen bereit zu stellen. Erste und zweite
35 Seitenschalter sind auf dem Fußpedal angebracht, um dem Chirurgen zu ermöglichen, die Betätigung von verschiedenen mikrochirurgischen Einrichtungen zu steuern. Zusätzlich ist ein Paar von Zubehörschaltern vorgesehen, um dem Chirurgen zu ermöglichen, bestimmte voreingestellte Betriebscharakteristiken innerhalb der Steuereinrichtung zu aktivieren.

Es ist deshalb die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen verbesserten Fußschalter für die ophthalmologische Chirurgie bereit zu stellen, um eine Mikroprozessorsteuerung einer Vielzahl von chirurgischen Modulen, einschließlich eines Phako-Emulgierungsmoduls, eines Schneidemoduls, eines bipolaren Koagulierungsmoduls und eines Infusions/Ansaugungs-Moduls und eines faseroptischen Beleuchtungsmoduls, zu ermöglichen.

Es ist die weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen verbesserten Fußschalter bereit zu stellen, der mit dem Steuersystem zusammen arbeiten wird, um eine Vielzahl von Funktionen, die von einem Chirurgen oder Benutzer definierbar sind, für jeden einer Vielzahl von Schaltern, die auf dem Fußschalter vorgesehen sind, bereit zu stellen sind.

Es ist die weitere Aufgabe der Erfindung, einen verbesserten Fußschalter für die ophthalmologische Chirurgie bereit zu stellen, der dem Chirurgen ermöglichen wird, eine Vielzahl von chirurgischen Prozeduren mit einem einzelnen Fußschalter zu steuern, wobei die Berührungsrückkopplung von dem Fußschalter von Prozedur zu Prozedur konsistent bleibt.

Es ist eine andere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen zuverlässigen und widerstandsfähigen elektronischen Fußschalter für die ophthalmologische Chirurgie bereit zu stellen, der dem Chirurgen eine konsistente Berührungsrückkopplung über eine verlängerte Verwendungsperiode bereit stellt.

Es ist eine andere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen widerstandsfähigen, vom Benutzer programmierbaren Fußschalter mit einer Federvorspannung, die vom Chirurgen definierbar und einstellbar ist, bereit zu stellen.

Es ist eine andere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen verbesserten, programmierbaren Fußschalter mit einem optionalen, vom Chirurgen wählbaren, Feststellmechanismus zum Bereitstellen einer Berührungsrückkopplung für den Chirurgen über eine Vielzahl von Fußschalterpositionen, bereit zu stellen.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine isometrische Ansicht des verbesserten elektronischen Fußschalters der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 eine isometrische Ansicht der Steuerkonsole und des visuellen Anzeigesystems, welches mit dem Fußschalter der vorliegenden Erfindung verwendet wird;

Fig. 3 eine Teilquerschnitts-Draufsicht auf den Fußschalter, wobei das Gehäuse entfernt ist.

Fig. 3a einen Aufriss des Fußschalters, der in Fig. 3 dargestellt ist, teilweise im Querschnitt.

Fig. 4 eine Draufsicht auf die Unterseite des Fußpedals, das in dem Fußschalter der vorliegenden Erfindung verwendet wird;

Fig. 4a einen Aufriss des Fußpedals, das in Fig. 4 dargestellt ist;

Fig. 5 eine diagrammartige Ansicht einer Verdrahtungsverkabelung, die in dem Fußschalter der vorliegenden Erfindung verwendet wird.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

Wie in Fig. 1 dargestellt umfasst der Fußschalter der vorliegenden Erfindung ein Fußpedal 101, welches für eine schwenkbare Bewegung auf einem Rahmen 151 (in Fig. 3 dargestellt) innerhalb eines Gehäuseelementes 103 angebracht ist. Das drehbare Fußpedal umfasst erste und zweite Seitenschalter 105, 107, die von dem Chirurgen aktiviert werden können, während das Fußpedal 101 niedergedrückt wird. Der Fußschalter der vorliegenden Erfindung umfasst auch Zubehörschalter 109, 111, die zum Aktivieren von voreingestellten Mustern oder Betriebscharakteristiken der chirurgischen Instrumente verwendet werden, so wie dies von dem Chirurgen gewünscht wird. Das Gehäuseelement 103 umfasst auch eine nicht rutschende Absatzauflage 113, um den Absatz gegenüber einem nicht beabsichtigten Rutschen zu sichern. Ein Kabel 115 mit einem Mehrstiftverbinder ist vorgesehen, um den Fußschalter mit der Steuereinrichtung, die in Fig. 2 gezeigt ist, zu verbinden. Ein Schutzelement 117 schützt eine elektronische Verbindung und dessen Verbindung mit dem Mehrstiftverbinder 115 und stellt einen bequemen Tragegriff bereit, wenn der Schalter entfernt wird.

Fig. 2 zeigt ein automatisiertes Unterstützungssystem für die ophthalmologische Chirurgie. Dieses Unterstützungssystem umfasst eine Steuereinrichtung, die besonders zur Verwendung mit dem Fußschalter der Fig. 1 ausgelegt ist.

Das automatisierte Steuersystem der vorliegenden Erfindung umfasst eine visuelle Anzeigeeinrichtung 119, die eine CRT-Anzeige umfassen kann, die gleichzeitige visuelle Anzeigen über verschiedene variable Betriebsparameter und voreingestellte Betriebsparameter bereitstellt, wie hier nachstehend mit näheren Einzelheiten noch erläutert wird. Das automatisierte Steuersystem umfasst auch ein Gehäuse 121, das das Steuersystem, das von einem Computer betrieben wird, der vorliegenden Erfindung und die verschiedenen Unterstützungssysteme, die für den Betrieb der mikrochirurgischen Einrichtungen erforderlich sind, umschließt. Mehrstiftverbinder 123-127 sind vorne an dem Steuersystem 121 vorgesehen, um eine schnelle und bequeme Verbindung der verschiedenen mikrochirurgischen Einrichtungen, die zur Verwendung mit der vorliegenden Erfindung beabsichtigt sind, zu ermöglichen. Eine austauschbare und wegwerfbare Infusions/Ansaugungs-Kassette 129 ist zum Steuern des Flusses einer Infusionslösung und der Ansaugung dieser Lösung von der mikrochirurgischen Stelle durch eine Vielzahl von Absperrventilen und Belüftungskammern, die innerhalb der wegwerfbaren Kassette des I/A-Moduls 129 definiert sind, vorgesehen, und ein für eine Infusion/Ansaugung geeignetes Modul wird in den U.S.-Patenten 4,493,695 und 4,627,833 offenbart, ebenfalls dem Anmelder der vorliegenden Erfindung übertragen. Ein entfernbare Sammelbehälter 131 ist zum Ansammeln von Fluids bzw. Flüssigkeiten und Gewebeteilchen, die von der mikrochirurgischen Stelle während der chirurgischen Prozedur angesaugt werden, vorgesehen.

Die visuelle Anzeigeeinrichtung 119 ist mit einem Berührungsschirm 133 zum Steuern des Betriebs des automatisierten Systems ausgerüstet. Der Berührungsschirm 133 kann eine Vielzahl von repräsentativen Icons umfassen, beispielsweise ein Icon 135, welches das Ende einer Phako-

Emulgierungsnadel und Fragmente eines Katarakts darstellt und ein Icon 137, welches in einem graphischen Abschnitt eine Infusions/Ansaugungs-Kassette darstellt.

Wenn der Chirurg als illustratives Beispiel ein Icon 135 wählt, bestimmt das Steuersystem zunächst die Anwesenheit eines Phako-Emulgierungs-Handgeräts an einem Verbinder 123 und die
5 Anwesenheit einer Infusions/Ansaugungs-Kassette 129. Wenn beide Komponenten vorhanden sind, wird das Steuersystem den vom Chirurgen vorgewählten, voreingestellten Energie- bzw. Kraftpegel auslesen und diesen auf einer Balkendarstellung 139 anzeigen. Der Chirurg kann die vorgewählte Kraft bzw. Energie durch Ziehen und Loslassen der Balkendarstellung mit seinem Finger auf dem Berührungsschirm 133 oder
10 Abwärts-Pfeilen 143 vergrößern oder verkleinern.

Während der Phako-Emulgierungsprozedur ist der Betrieb des Fußpedals 101 wie folgt: Wenn das Fußpedal in Ruhe ist, wird keine Energie an das Handgerät geliefert und die Balkendarstellung 141 wird 0 anzeigen. Wenn das Fußpedal 101 niedergedrückt wird, wird das Steuersystem das Absperrventil auf der
15 Infusionsleitung in dem I/A-Modul 129 entsperren, wodurch ermöglicht wird, dass ein Infusionsfluid bzw. eine Infusionsflüssigkeit an die mikrochirurgische Stelle fließt. Wenn das Fußpedal 101 weiter an eine zweite Position niedergedrückt wird, wird das Steuersystem das I/A-Modul betätigen, um eine Ansaugung von Infusionsflüssigkeiten von der mikrochirurgischen Stelle zur Agllagerung in dem Abfallbehälter 131 zu
beginnen.

In Abhängigkeit von den vorgewählten Präferenzen des Chirurgen können eine Vielzahl von
20 Prozeduren dann durch das Fußpedal, das in Fig. 1 dargestellt ist, aktiviert werden. In einem üblichen voreingestellten Phako-Emulgierungs-Muster wird dann, wenn das Fußpedal 101 weiter niedergedrückt wird, Energie durch das Steuersystem an das Phako-Emulgierungs-Handgerät angelegt und die Balkendarstellung 141 wird ansteigen, um die angelegte Energie, die an das Handgerät durch das Steuersystem geliefert wird, darzustellen. Alternativ, wenn ein festes oder Burst-Modus-Phako-
25 Emulgierungsmuster gewünscht ist, kann dieses mit dem rechtsseitigen Schalter 105 initiiert werden, während der Ansaugungs-Vakuumpegel durch Verändern der Vakuumpumpengeschwindigkeit durch Verändern der Drehposition des Fußschalters 101 gesteuert wird. Wenn dieser Modus gewählt wird, wird ein zweiter Satz von Balkendarstellungen auf dem Berührungsschirm 133 dargestellt werden, wobei die Balkendarstellung 145 einen vorgestellten maximalen Ansaugungs-Vakuumpegel, d. h. 450 mmHg,
30 darstellt. Die zweite Balkendarstellung wird das tatsächliche Ansaugungsvakuum darstellen, welches von dem Chirurgen durch Drehen des Fußschalters 101 nach unten verändert werden kann. In diesem Betriebsmodus kann der zweite Seitenschalter 107 als ein Rückflussschalter verwendet werden, um den Sammelbehälter 101 durch Umdrehen der Vakuumpumpe und Anlegen des positiven Drucks an die Sammelkammer zu evakuieren. Bei dieser Prozedur können auch Zubehörschalter 109, 111 verwendet
35 werden, um andere chirurgische Werte einzustellen oder andere chirurgische Prozeduren zu aktivieren. Z. B. kann der Chirurg eine Phako-Emulgierungsenergie für einen Klasse 3 Katarakt und eine zweite Phako-Emulgierungsenergie für einen Klasse 4 Katarakt wählen. Durch einfaches Antippen des Zubehörschalters 109 kann die voreingestellte Energie auf einen zweiten voreingestellten Wert, wenn dies von dem Chirurgen gewünscht wird, erhöht werden.

Die voranstehende Darstellung dient als illustratives Beispiel und ein ähnliches voreingestelltes Muster und vom Chirurgen konfigurierbare Präferenzen können zum Schneiden oder für eine Koagulierung eingestellt werden, wobei die Auswahl eines Icons auf dem Berührungsschirm 133 die Schneideprozedur oder die Koagulierungsprozedur, wie gewünscht, aktivieren wird. In Abhängigkeit von der gewählten Prozedur kann / können der Fußschalter 101 und die Fußschalter 105 / 111 voreingestellt werden, um eine Vielzahl von Betriebsparametern, wie von dem Chirurgen bestimmt, zu steuern.

Die mechanische Konstruktion des Fußschalters ist in den Fig. 3 - 6 dargestellt, wobei Fig. 3 eine Draufsicht, teilweise im Querschnitt, des Fußschalters ist, wobei das Gehäuse entfernt ist, und Fig. 3(a) ein Aufriss der linken Seite des Fußschalters, wie in Fig. 3 dargestellt, teilweise im Querschnitt, ist.

Wie in Fig. 3 dargestellt, ist das Fußpedal 101 auf einer Welle 149 für eine schwenkbare Bewegung innerhalb des Gehäuses und in Bezug auf den Rahmen 151 angebracht. Das Fußpedal, wie auf der Welle 149 angebracht, ist für eine Drehung innerhalb von Lagen 153(a), (b) gelagert und ist an eine erste vorgegebene Position, die in Fig. 3(a) dargestellt ist, durch ein Paar von Spulenfedern 155(a), 155(b) vorgespannt. Am Ende der Welle 149 befindet sich ein mit Zähnen versehenes Zahnrad 157, welches einen Zahnriemen 159 antreibt, um ein Untersetzungsgetriebe 158 und einen optischen Kodierer 161 zu drehen. Das Antriebsverhältnis zwischen dem Zahnrad 157 und dem optischen Kodierer 161 ist vergrößert, um die Drehbewegung des Fußpedals 101 in Bezug auf den Kodierer zu verstärken, um dadurch eine größere Positionsgenauigkeit zu erzielen. Der optische Kodierer 161 wird zum Erzeugen von elektronischen Signalen für die Steuereinrichtung der vorliegenden Erfindung verwendet, um der Steuereinrichtung zu ermöglichen, die Winkelposition des Fußschalters 101 zu bestimmen.

Das Pedal 101 ist nach oben durch ein Paar von Spulenfedern 155(a) und 155(b) vorgespannt, wobei eine davon mit einer einstellbaren Vorspanneinrichtung versehen ist. Die andere Seite der Spulenfeder ist an einem Gewindestangen-zahnrad-aufbau 165, 167 befestigt, der verwendet wird, um den Betrag des Drehmoments zu verändern, das von der Spulenfeder 155(a) erzeugt wird, auf der Welle 149 zu verändern. Die Gewindestange 167 ist an dem Rahmenelement 151 mit Hilfe eines Bügels 169 angebracht und wenn die Gewindestange 167 durch ein Daumenrad 171 gedreht wird, wird das Stirnzahnrad 165 gedreht, um die Spulenfeder 155(a) aufzuwickeln oder abzuwickeln, wodurch der Betrag einer Spannung, die von der Spulenfeder 155(a) auf die Welle 149 ausgeübt wird, erhöht oder verkleinert wird. Die Verwendung des Gewindestangen-zahnrad-aufbaus verhindert, dass die Federspannung in der Spule 155(a) die Antriebsschnecke 167 abwickelt und die ausgelegte Federvorspannung verändert. Die Pedalspannung ist nominell auf einen Druck von 4 Pfund eingestellt, kann aber manuell von dem Chirurgen auf ungefähr einen Druck von 6 Pfund eingestellt werden, indem das Rändelrad 171 gedreht wird, welches an der Seite und an dem Boden des Fußschalters angeordnet ist. Die Spannungseinstellanzeigen (0-5) können hinzugefügt werden, um den Chirurgen bei der Auswahl eines gewünschten Werts zu unterstützen.

An dem äußeren Ende des Arms 163 ist ein Nockenelement 173 angebracht, welches eine Vielzahl von darin gebildeten Feststelloberflächen aufweist, in die eine bewegbare Feststelleinrichtung 175 eingreift. Die Feststelleinrichtung 175 wird für eine Hin- und Herbewegung um den Verschwenkungsstift 174 herum in einen Eingriff mit der Nocke 173 im Ansprechen auf eine Bewegung des Hebels 177 und aus einem

Eingriff heraus verschwenkt, wie in Fig. 3(a) dargestellt. Eine zweite Feststelleinrichtung 179 wird verwendet, um die erste Feststelleinrichtung 175 in einer von zwei Positionen zu sichern. Die erste Position ist eine zurück gezogene Position, aus einem Eingriff mit dem Nockenelement 173 heraus. Wenn der Hebel 177 an die zweite Position geworfen ist, hält die Feststellung 179 die Feststelleinrichtung 175 in einem
 5 Eingriff mit der Nockenoberfläche 173. Ein Mikroschalter 181 ist vorgesehen, um eine elektronische Rückkopplung an das Steuersystem bereitzustellen, wenn der Feststellmechanismus 175 eingerückt ist. Zweck des Feststellmechanismus 175 und des Nockenelements 175 ist eine Berührungsrückkopplung bei vorgewählter Winkellorientierung des Fußpedals 101 bereitzustellen, so dass der Chirurg Kenntnis darüber gewinnen kann, dass die Winkellorientierung des Fußpedals 101 zum Beginnen der nächsten chirurgischen
 10 Prozedur bereit ist. Wenn die Berührungsrückkopplung nicht gewünscht wird, kann die Feststelleinrichtung 175 aus einem Eingriff heraus geschnappt werden, indem der Hebel 177 in die Richtung des Pfeils „a“ geworfen wird, wie in Fig.3(a) dargestellt.

Ein optischer Schalter 183 ist an dem Absatz des Fußpedals positioniert, um einen Null-Punkt und eine Rücksetzreferenz für das Steuersystem der vorliegenden Erfindung bereitzustellen. Der optische
 15 Schalter 183 wird eine Marke 185, die an dem Absatzabschnitt des Fußpedals 101 angebracht ist, betätigt. Immer dann, wenn das Fußpedal an seine ursprüngliche Startposition zurückkehrt, wird der optische Schalter 193 somit ein Rücksetzsignal für die Steuereinrichtung der vorliegenden Erfindung erzeugen.

In Fig. 3 ist auch ein Zubehörschalter 187 dargestellt, der auf dem oberen Abschnitt des Rahmenelements 151 in einer normalerweise offenen Position angebracht ist. Für Darstellungszwecke ist
 20 der Zubehörknopf 111 für den Schalter 187 in Fig. 3(a) weggelassen worden, aber der Betätigungsknopf 109 und sein zugehöriger Mikroschalter 189 sind in Fig. 3 dargestellt. Beide Zubehörschalterknöpfe 109, 111 sind schwenkbar auf Wellenelementen angebracht, wobei eines in Fig. 3 bei 191 dargestellt ist. Der Zubehörknopf 109 ist normalerweise durch eine Spulensfeder 193 nach oben vorgespannt, um zu bewirken, dass ein Betätigungsarm 195 in den Mikroschalter 189 eingreift. Wenn der Mikroschalter 189 somit
 25 eingerückt ist, ist der Mikroschalter 189 offen. Wenn der Zubehörknopf 109 niedergedrückt wird, wird der Betätigungstab 195 angehoben, was dem Mikroschalter 189 erlaubt, sich zu schließen.

Wie voranstehend angegeben, können Mikroschalter 187, 189 von dem Chirurgen verwendet werden, um eine Vielfalt von gewünschten Betriebsbereichen für eine Mikrochirurgie voreinzustellen, wobei die Funktionen davon in Abhängigkeit davon, welche chirurgische Prozedur gewählt wird, verändert
 30 werden können.

Seitenschalter 105, 107 sind für eine schwenkbare Bewegung auf dem Fußpedal 101 angebracht, wie vollständiger in den Figuren 4 und 4(a) dargestellt. In Fig. 4 ist das Fußpedal 101 von unten dargestellt. Der Seitenschalter 107 ist in einem entsprechenden Aufriss in Fig. 4(a) gezeigt. Der Seitenschalter 107 ist für eine Drehung um ein Wellenelement 197 angebracht, welches an dem Fußpedal 101 durch feste
 35 Anschläge 194, 196 gesichert ist. Der Seitenschalter 107 ist zusammengefasst für eine Drehung, um sich um ein Wellenelement 197 auf zusammengefassten Lagerungselementen 190, 192 zu verschwenken. Ein Armelement 188 ist fest auf einem bewegbaren Lagerelement 190 angebracht, um sich um die Welle 197 zu drehen, wenn der Seitenschalter 107 nach außen gedreht wird. Wenn der Seitenschalter 107 nach außen, oder lateral in Bezug auf das Fußpedal, gedreht wird, wird ein Armelement 188 in Richtung auf die

Unterseite des Pedals 101 hin gedreht. Ein elektrischer Mikroschalter (der in Fig. 4 nicht gezeigt ist) für den Seitenschalter 107 ist auf dem Arm 188 angebracht und wird somit in einen Eingriff mit dem Fußpedal 109 hin- und herbewegt und immer dann betätigt, wenn der Seitenschalter 107 von der oberen Oberfläche des Fußpedals 101 nach außen verschoben ist. Das Fußpedal 107 ist auf seine innere Position, wie in Fig. 1 dargestellt, mit Hilfe einer Spulenfeder 186 vorgespannt, die sowohl an dem Fußpedal 101 als auch dem Seitenschalter 107 eingreift. Der Seitenschalter 105 ist in ähnlicher Weise an der gegenüberliegenden Seite des Fußpedals 101 mit der gleichen Konstruktion und Vorspannungsanordnung, die in Bezug auf den Seitenschalter 107 beschrieben und dargestellt wurden, angebracht.

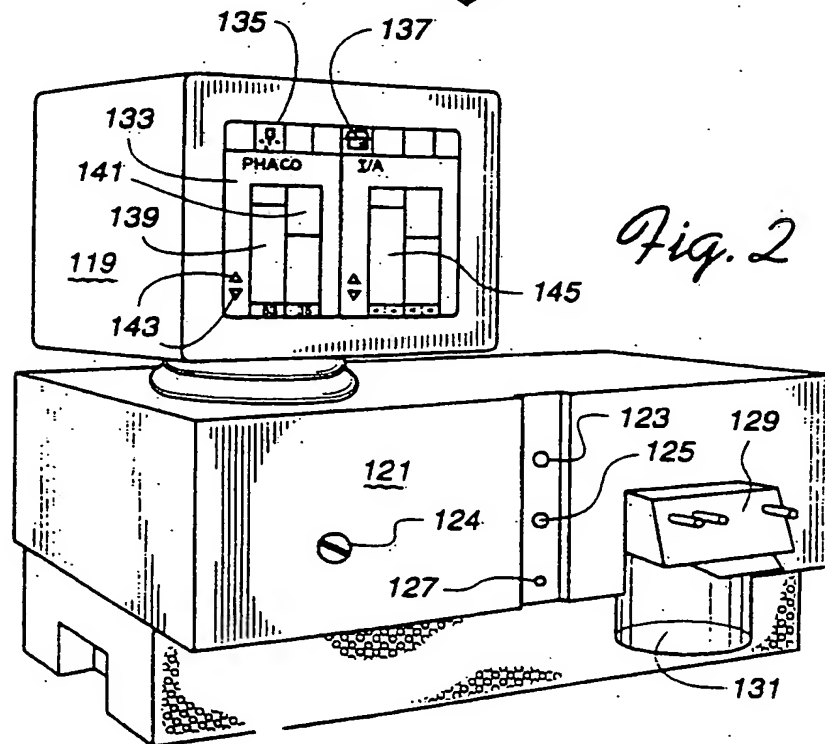
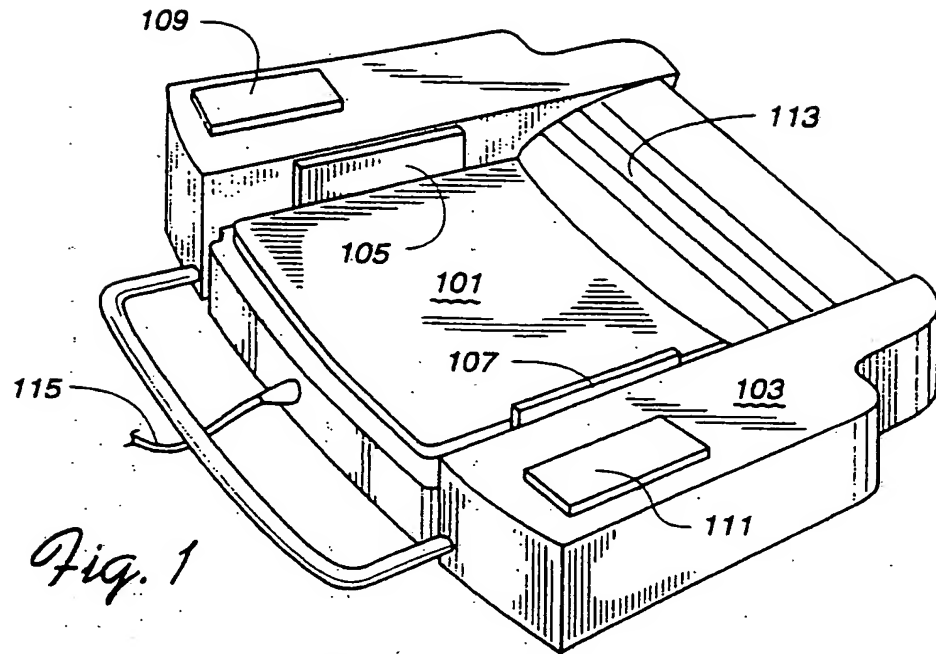
Fig. 5 stellt einen Verdrahtungskabelbaum für den Fußschalter und die Ausgangsposition von jedem der Schalter, die voranstehend ausführlich beschrieben wurden, dar. Wie in Fig. 5 dargestellt, wird die Drehung der Welle 149 eine Marke 185 anheben, wodurch der optische Schalter 183 geschlossen wird, der ein Signal für die Steuereinrichtung 120 erzeugt, das eine Pedaldrehung begonnen hat. Dieses Signal ist eine Startmarke für den optischen Codierer 161, der dann eine Vielzahl von elektronischen Impulsen für jeden Grad einer Drehbewegung der Welle 149 erzeugt, wenn das Fußpedal 141 niedergedrückt wird. Wie in Fig. 5 dargestellt, sind die oberen Zuhörknöpfe 109, 111, die die Mikroschalter 187, 189 betätigen, normalerweise geöffnet und werden durch Niederdrücken der Knöpfe 109, 111 geschlossen. Ein Feststellschalter 181 stellt ein Signal an der Steuereinrichtung 120 bereit, dass die Feststellung eingerückt worden ist. Mikroschalter 105(a) und 107(a) werden durch rechte und linke Pedalschalter 105, 107 betätigt und sind normalerweise geschlossen. Der Verdrahtungskabelbaum, der in Fig. 5 dargestellt ist, ist mit Hilfe eines Kabels 115 und eines Mehrstiftverbinders mit der Steuereinrichtung 120 verbunden.

Während eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung hier offenbart und beschrieben worden ist, sei darauf hingewiesen, dass die Erfindung nicht auf eine derartige Ausführungsform beschränkt ist, sondern dass anstelle davon beabsichtigt ist, sämtliche Ausführungsformen einzuschließen, die einem Durchschnittsfachmann in dem technischen Gebiet nahe liegen würden und in den Umfang der folgenden Ansprüche fallen.

PATENTANSPRÜCHE

1. Elektronischer Fußschalter zur Verwendung bei der Steuerung einer Vielzahl von chirurgischen Einrichtungen, die von einem Chirurgen bei der optalmologischen Chirurgie verwendet werden, wobei der Fußschalter umfasst:
 - 5 (a) einen festen Rahmen (151) und ein Gehäuse (103);
 - (b) ein Fußpedal (101), das auf einer Welle (149) für eine schwenkbare Drehung bezüglich des Rahmens angebracht ist, wobei die Welle zur Drehung innerhalb des Gehäuses gelagert ist;
 - (c) eine elektronische Kodierungseinrichtung (161) zum Erzeugen eines elektronischen Signals, das die Drehung der Welle darstellt; und
 - 10 (d) eine Steuereinrichtung (119, 121), die auf die elektronische Kodierungseinrichtung und die Vielzahl von chirurgischen Einrichtungen anspricht, um eine Vielzahl von Betriebscharakteristiken der Einrichtungen in Übereinstimmung mit voreingestellten Mustern, die von dem Chirurgen eingestellt werden, zu verändern, dadurch gekennzeichnet, dass:
 - (e) ein Federelement (115a, 115b) um die Welle herum angebracht und mit dem Fußpedal
 - 15 und dem Gehäuse verbunden ist, um das Fußpedal an eine erste vorgegebene Position vorzuspannen; und
 - (f) eine kontinuierlich einstellbare Einrichtung (165, 167, 171) zum Einstellen der Vorspannung des Federelements auf einen vom Chirurgen gewählten Wert vorgesehen ist.
2. Elektronischer Fußschalter nach Anspruch 1, wobei die Vorrichtung ferner eine vom Chirurgen wählbare Feststelleinrichtung (175, 177) umfasst, die einem Chirurgen eine Berührungsrückkopplung
- 20 bereitstellt, wenn sich das Fußpedal durch eine Vielzahl von Betriebsbereichen für die chirurgischen Einrichtungen bewegt.
3. Elektronischer Fußschalter nach Anspruch 2, wobei die Vorrichtung ferner ein Nockenelement (173) umfasst, das auf der Welle (149) angebracht ist, wobei das Nockenelement eine Vielzahl von Oberflächen darauf aufweist, die mit der Feststelleinrichtung (175, 171) in Eingriff gebracht werden
- 25 können, um die Berührungsrückkopplung dem Chirurgen bereitzustellen.
4. Elektronischer Fußschalter nach Anspruch 3, wobei die Feststelleinrichtung für eine Hin- und Herbewegung zwischen ersten und zweiten Positionen, mit der ersten Position im Eingriff mit der Nocke, und einer zweiten Position aus einem Eingriff mit der Nocke heraus, angebracht ist.
5. Elektronischer Fußschalter nach irgendeinem vorangehenden Anspruch, wobei die Vorrichtung
- 30 ferner erste und zweite Seitenschalter (105, 107) umfasst, die auf dem Fußpedal (101) angebracht sind, wobei die Seitenschalter mit der Steuereinrichtung verbunden sind, um eine oder mehrere chirurgische Einrichtungen zu aktivieren.
6. Elektronischer Fußschalter nach irgendeinem vorangehenden Anspruch, wobei die Steuereinrichtung die Geschwindigkeit einer ersten chirurgischen Einrichtung im Ansprechen auf eine
- 35 Drehung des Fußpedals (101) verändert und die Geschwindigkeit einer zweiten Einrichtung verändert, wenn ein Fußpedal-Seitenschalter (105, 107) betätigt wird.

7. Elektronischer Fußschalter nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Steuereinrichtung die Geschwindigkeit einer ersten chirurgischen Einrichtung bei einer ersten Rate im Ansprechen auf ein Drehung des Fußpedals (101) verändert und den Betrieb der Einrichtung ändert, wenn ein Fußpedal-Seitenschalter (105, 107) betätigt wird.
- 5 8. Elektronischer Fußschalter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Steuereinrichtung die Geschwindigkeit der chirurgischen Einrichtung verändert, wenn das Fußpedal (101) gedreht wird, und den Betrieb der Einrichtung umdreht, wenn ein Fußpedal-Seitenschalter (105, 107) betätigt wird.
9. Elektronischer Fußschalter nach irgendeinem vorangehenden Anspruch, wobei die Vorrichtung ferner wenigstens einen weiteren Fußschalter (109, 111) umfasst, der mit der Steuereinrichtung verbunden
- 10 ist, um einen Chirurgen in die Lage zu versetzen, einen vom Chirurgen voreingestellten Bereich für eine oder mehrere der chirurgischen Einrichtungen zu aktivieren.
10. Elektronischer Fußschalter nach Anspruch 9, wobei die Vorrichtung ferner zwei unabhängige weitere Fußschalter (109, 111) umfasst, die mit der Steuereinrichtung verbunden sind, um einen Chirurgen in die Lage zu versetzen, eine Vielzahl von vom Chirurgen voreingestellten Bereichen für eine oder
- 15 mehrere der chirurgischen Einrichtungen zu aktivieren.
11. Elektronischer Fußschalter nach Anspruch 10, wobei eine Betätigung von einem der zwei weiteren Schalter (109, 111) das chirurgische Instrument, das von dem Fußschalter (101) gesteuert wird, ändert.
12. Elektronischer Fußschalter nach irgendeinem vorangehenden Anspruch, wobei das Federelement eine Spulenfeder (115b) umfasst, die um das Wellenelement (149) herum koaxial angebracht ist, wobei die
- 20 Spulenfeder eine voreingestellte Vorspannung auf das Fußpedal (101) ausübt.
13. Elektronischer Fußschalter nach irgendeinem vorangehenden Anspruch, wobei das Federelement eine Spulenfeder (155a) umfasst, die koaxial um das Wellenelement herum angebracht ist und auf die eine Wirkung von der kontinuierlich einstellbaren Einrichtung ausgeübt wird, die zwischen dem Rahmen (151) und der Spulenfeder (115a) angebracht ist und das rotationsmäßige Drehmoment, das von der Feder auf die
- 25 Welle ausgeübt wird, verändert.
14. Elektronischer Fußschalter nach Anspruch 13, wobei die kontinuierliche einstellbare Einrichtung ein drehbares Schraubenelement (167) einschließt, welches die Vorlast auf die Spulenfeder verändert, wenn sie von dem Chirurgen gedreht wird.



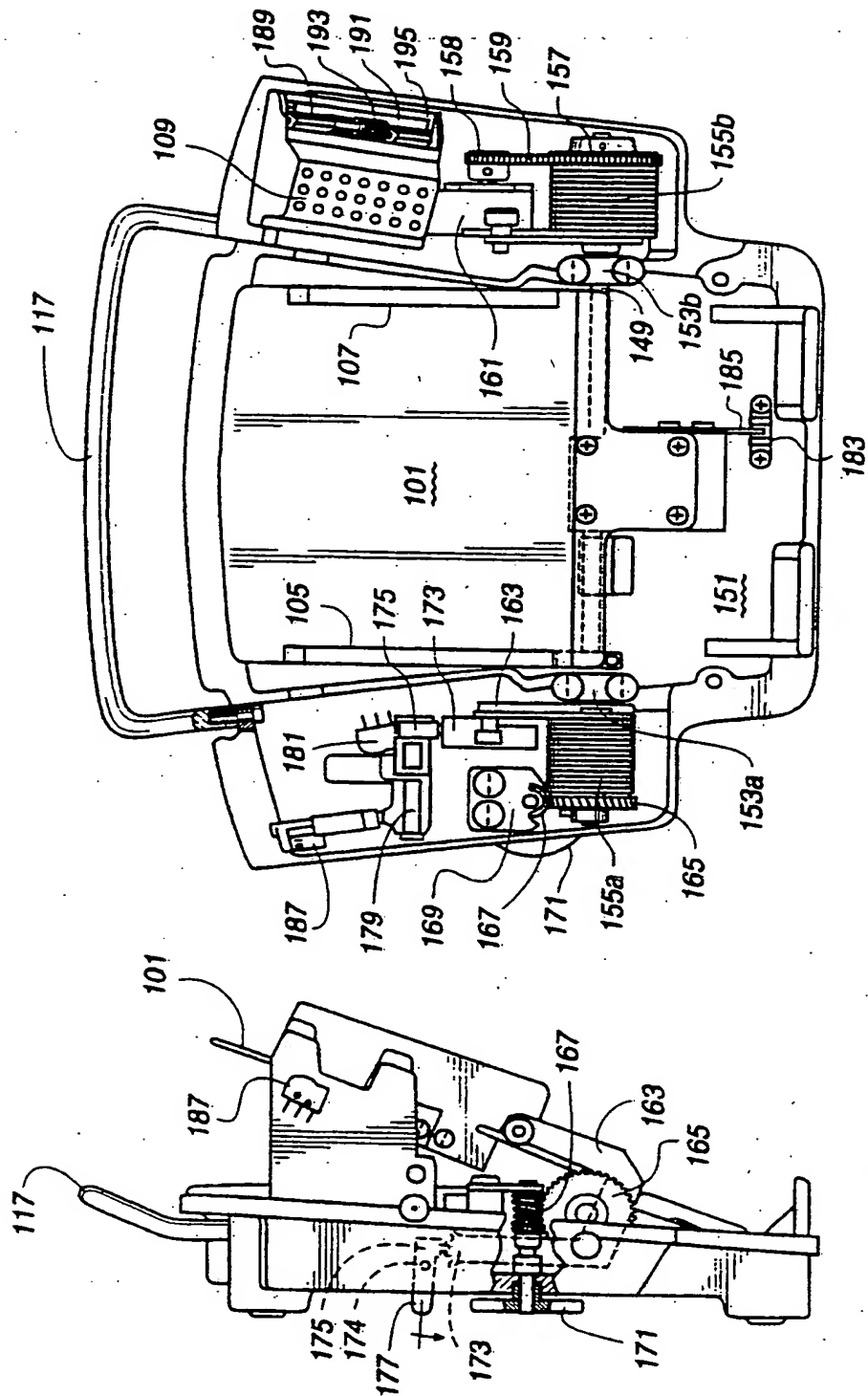


Fig. 3

Fig. 3a

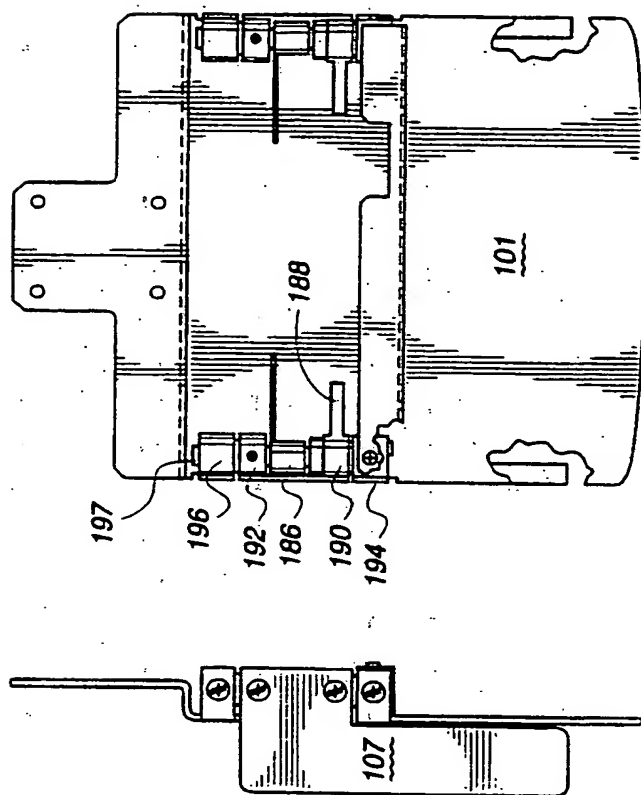


Fig. 4

Fig. 4a

Fig. 5

